

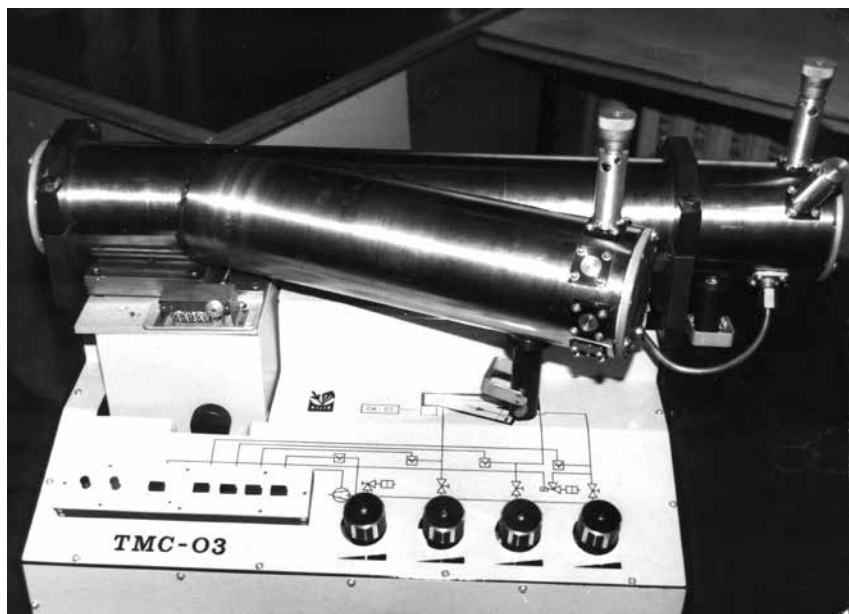
# Kompaktne vaakummonokromaator TMC-4

VALDUR TIIT

Nõukogude aja lõpus oli Tartus NSV Liidu üks tugevamaid spektraalaparatuuri väljatöötamise ja valmistamise keskusi, mis ajaloo keeristes hävis. 2014. aasta suvel anti Tartu Ülikooli füüsikainstituudi kolimise tõttu uude hoonesse gaaslahenduse laborist ülikooli muuseumile üle üks Tartu füüsikute ja inseneride välja töötatud tähelepanuväärne seade.

Aparaati, mis lahutab ruumiliselt silmaga nähtava valge valguse ja lähedase ultraviolettkiirguse erineva energiaga kiirteks, nimetatakse monokromaatoriks. Jaotamise tekitab kas prisma või difraktsioonivõre, muutes eri lainepikkustega kiirguse levimissuunda ja lastes neid läbi monokromaatori väljundpilu uuritavale objektile (erijuhul inimese silmale). Looduses kohtame seda nähtust vikerkaarena, mis tekib, kui vihmapiiskade läbimisel muutub päikese kiirguse suund.

Nähtavast valgusest mitu korda lühema lainepikkusega ultraviolettkiirgus neeldub alates lainepikkusest ligikaudu 200 nm õhus väga tugevasti ja seepärast saab see levida vaid õhutühjas ruumis – vaakumis. Taolise ultraviolettkiirguse jaotamiseks vastavalt footonite energiale kasutatakse peamiselt peegeldifraktsioonivõresid, mis asuvad õhust tühjaks pumbatud ruumis. Sellist seadet nimetatakse vaakummonokromaatoriks.



**Foto 1.** Tartus Füüsika Instituudi APESis valmistatud kompaktne vaakummonokromaator TMC-03 (Valdur Tiidu foto)

Pärast Teist maailmasõda kasvasid kiiresti uuringud tuumaenergia ja kosmosetehnoloogia vallas. Seal oli vajalik kasutada ka lühilainelise ultraviolettkiirguse vaakummonokromaatoreid.

Kosmoseaparaatide ehitamisse lülitus ka Eesti NSV Teaduste Akadeemia Füüsika ja Astronoomia Instituudi (FAI) aparaadiehituse sektor (APES) Tõraveres, sest kiirgustajurite valmistamisel ja uurimisel tekkis vajadus taolise spektraalseadme järele. Selgus, et Nõukogude Liidus oli tehtud vaid mõni ultraviolettkiirguse vaakummonokromaator ja neid endale saada oli pea võimatu. Seepärast otsustasime ehitada vajaliku aparaadi ise. Vaatamata algsele skeptitsismile instituudis õnnestus julge ettevõtmine – Eestis polnud midagi taolist varem tehtud – osalt FAI, aga ka Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Instituudi Märja töökoja ning Rõngu elektromehaanika tehase meistrimeeste abil 1964. aastal mõne kuu jooksul edukalt realiseerida. Varsti, 1967. aastal, ehitati APESis maailma esimene kahekordne peegeldifraktsioonivõredega vaakummonokromaator TVM-3. Järgmistel aastatel ehitati neid seadmeid veel mitu ja saadi ühele variandile ka USA ja Prantsusmaa patendid.

Tartus APESis ja linna servas Riia maantee ääres asuvas aparaadiehituse hoonete kompleksis asutatud Teaduste Akadeemia Spetsiaalse Konstrueerimisbüroo Tartu filiaalis (TA SKB TF) valmistatud unikaalsed spektraalseadmed olid paljude aastate vältel väga vajalikud teadusuuringute tegemiseks Nõukogude Liidu mitmes eksperimentaalfüüsika laboris ning abiseadmeteks avakosmoses tähtede vaakuumultraviolettkiirguse mõõtmisel.

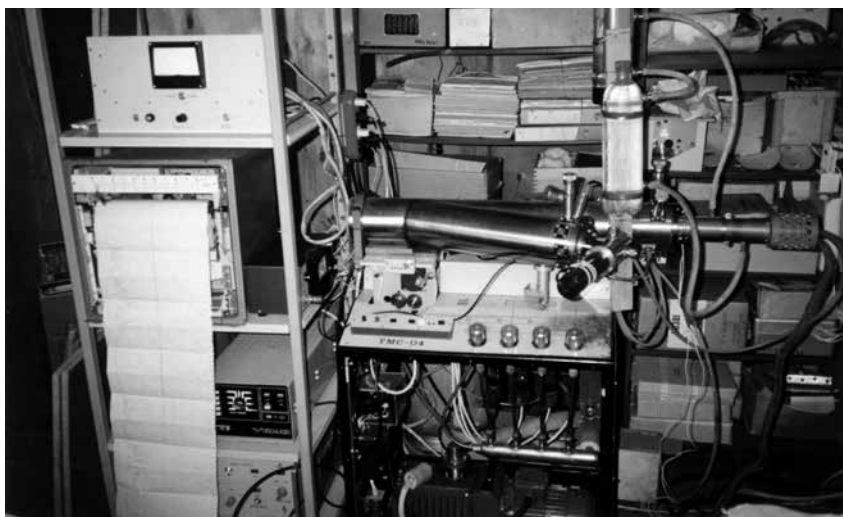
Seega oli eelnimetatud töödega pandud Tartus hea alus kaasaegsete spektraalseadmete ehitamisele. Selle ühe haruna, kasutades Leningradis riiklikus optika instituudis valmistatud uudseid muutuva sammuga difraktsioonivõresid, konstrueerisime APESis ja valmistasime aastail 1989–1990 FI ja TA SKB TF töökodade abil väikesed, hästi kompaktsed vaakummonokromaatorid TMC-03<sup>1</sup> (vt foto 1) ja TMC-04 (vt foto 2). Neist esimene, TMC-03, valmistati lepingu alusel Moskva riiklikule ülikoolile ja teine, TMC-04, jäi Tartusse.

Nimetatud vaakummonokromaatorite peamised tehnilised andmed on järgmised.

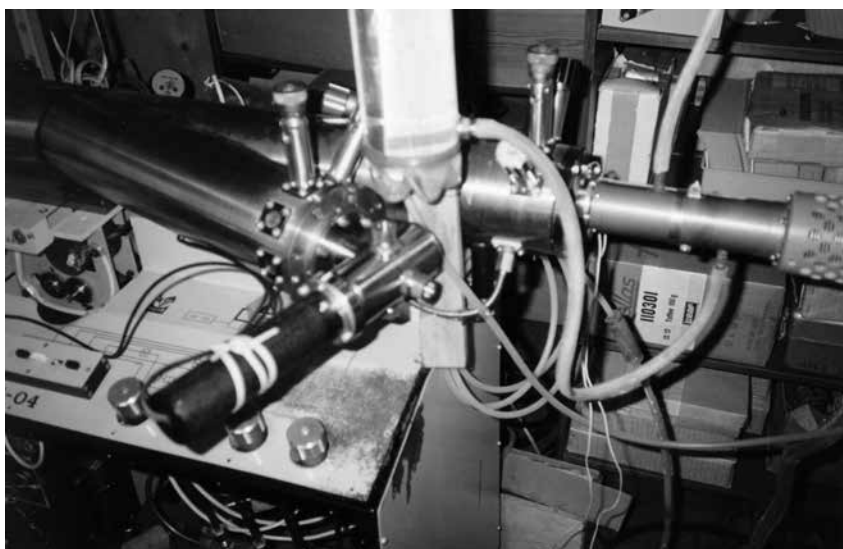
1. Peamine tööpiirkond asub spektrialas 100–250 nm, kus lahutusvõime on umbes 0,05 nm.
2. Veidi halvema spektraalse lahutusega saab töötada lühemate lainepikkuste poole kuni 40 nm ja pikemate poole kuni 400 nm. Seadme kontrolliks saab vaadata ka spektri nulljärku.
3. Spektri skaneerimine toimub samm-mootori abil erinevate kiirustega.
4. Kiirgusallikaks on kas heeliumi või vesinikuga töötav kõrgepinne gaaslahendustoru.
5. Pilude liigutamine justeerimiseks toimub väljastpoolt süsteemi vaakumit rikkumata.
6. Spektri II järgu lühilainelise osa saab eraldada väljundpilu ruumis asuva filtri liigutamisega väljastpoolt ilma vaakumit rikkumata.
7. Vaakumi tekitab eelvaakumpump, mille abil saab eraldi tühjaks pumbata vesiniklambi sektsiooni, võrekambri ja väljundpilu (lisaseadmete) ruumi.
8. Transpordiks saab eelvaakumpumba lihtsalt kinnitada põhiosa külge.

---

<sup>1</sup> Известия Академии Наук ЭССР. Физика. Математика, 38, 4 (1989), 446–449.



**Foto 2.** Kompaktne vaakummonokromaator TMC-04 koos abiseadmetega (Valdur Tiidu foto)



**Foto 3.** Vaakummonokromaatori TMC-04 fluorestsentsi uurimise seade (esiplaanil) ja gaaslahenduslamp (paremas servas) (Valdur Tiidu foto)

9. Võrekambri külge on vajaduse korral võimalik ühendada kõrg-vaakumpump.

10. Võreтору (põhitoru) pikkus on umbes üks meeter.

Teaduste Akadeemia füüsikainstituudis kasutati vaakummonokromaatorit TMC-04 esimest korda maailmas kõrgete ja ülikõrgete rõhkude mõju uurimisel kristallide optilistele spektritele.<sup>2</sup> Pärast APESi tegevuse lõpetamist 1993. aasta kevadel kasutati vaakummonokromaatorit TMC-04 Eesti Põllumajandusülikooli (nüüd Eesti Maaülikool) keskkonnaaparatuuri laboris ionisatsioonikambrite akende läbipaistvuse uurimisel Eesti Teadusfondi grandi nr 2168 täitmisel 1996. aastal<sup>3</sup> ja mõnede mootoriõlide fluorestsentsi uurimisel spektri vaakumultaviolettkiirguse piirkonnas.<sup>4</sup>

Tartu Ülikooli muuseumis leidis aparaat esimese väärika koha näitusel „Tehtud Tartus”, mis avati muuseumi valges saalis 2014. aasta augusti lõpus rahvusvahelise teadusinstrumentide komisjoni 33. sümpoosioni raames.



**Valdur Tiit** oli ENSV TA Aparaadiehituse sektori juhataja.

<sup>2</sup> Väljavõte ENSV TA Füüsika Instituudi 1990. a. aruandest. Probleem: Pooljuhtide füüsika (1990), 32–33. V. Scherbakov, A. Laisaar, V. Tiit, „Vacuum-ultraviolet low-temperature spectroscopic study of free excitons in alkali halide crystals under hydrostatic pressure”, Abstract, XXIX Annual Scientific Meeting 21–25 Oct. 1991 Thessaloniki Greece. Physics of materials under high pressure (Aristotle University of Thessaloniki, 1991), 149. V. Scherbakov, A. Laisaar, V. Tiit, „Vacuum-ultraviolet low-temperature spectroscopic study of free excitons in alkali halide crystals under hydrostatic pressure”, *High Pressure Research*, Vol. 9 (Gordon and Breach Science Publishers, 1992), 243–246.

<sup>3</sup> V. Tiit, „Ultraviolettkiirguse ühest täiustatud mõõtesüsteemist”, *Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik*, 189, *Põllumajandustehnika ja energia* (Tartu, 1996), 134–137.

<sup>4</sup> Eesti Põllumajandusülikooli tehnikateaduskonna 1997. aasta teadustegevuse üldiseloostuses on näidatud, et vaakummonokromaatorit TMC-04 saab kasutada mootoriõlide uurimisel. V. Tiit, *EPMÜ Tehnikateaduskond Keskkonna aparatuuri labor. Teadustegevuse aruanne*, 1 (1997), p. 7.